



Nations Unies

**Comité scientifique
des Nations Unies
pour l'étude des effets
des rayonnements ionisants**

**Rapport sur les travaux
de la cinquante-quatrième session
(29 mai-2 juin 2006)**

**Assemblée générale
Documents officiels
Soixante et unième session
Supplément n° 46 (A/61/46)**

Assemblée générale
Documents officiels
Soixante et unième session
Supplément n° 46 (A/61/46)

Comité Scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants

**Rapport sur les travaux
de la cinquante-quatrième session
(29 mai-2 juin 2006)**



Nations Unies • New York, 2006

Note

Les cotes des documents de l'Organisation des Nations Unies se composent de lettres majuscules et de chiffres. La simple mention d'une cote dans un texte signifie qu'il s'agit d'un document de l'Organisation.

Table des matières

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
I. Rapport du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants sur les travaux de sa cinquante-quatrième session	1-8	1
II. Rapport scientifique	9-48	3
A. Études épidémiologiques des rayonnements et du cancer	13-22	4
B. Évaluation épidémiologique des maladies cardiovasculaires et d'autres affections non cancéreuses après une radioexposition	23-28	8
C. Effets indifférenciés et différés de l'exposition aux rayonnements ionisants	29-33	10
D. Effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire	34-39	12
E. Évaluation des sources aux effets du radon dans les foyers et sur les lieux de travail	40-48	13
Appendices		
I. Liste des membres des délégations nationales aux cinquantième à cinquante-quatrième sessions du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants		18
II. Personnel scientifique et consultants ayant contribué à l'établissement du rapport pour 2006 du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants		20

I. Rapport du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants sur les travaux de sa cinquante-quatrième session

1. Depuis sa création par la résolution 913 (X) de l'Assemblée générale en date du 3 décembre 1955, le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants réalise des études générales sur ces rayonnements et leurs effets sur la santé humaine et l'environnement. L'exposition aux rayonnements provient de sources telles que les essais d'armes nucléaires; le fond de rayonnement naturel; les centrales nucléaires; les accidents comme celui de Tchernobyl en 1986; les activités qui impliquent une exposition accrue aux rayonnements d'origine humaine ou naturelle; et les applications médicales (dépistage, diagnostic et traitement). Le Comité¹ étudie et évalue de manière approfondie l'exposition à ces sources au niveau mondial et régional, ainsi que les doses de rayonnement qui en résultent. Il évalue à partir d'études sur la santé des survivants des bombes atomiques au Japon et d'autres groupes exposés les éléments permettant de déduire les effets des rayonnements sur la santé. Il suit également les progrès dans la compréhension des mécanismes par lesquels les rayonnements peuvent induire de tels effets. Ces études sont notamment utilisées comme base scientifique par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) pour formuler ses recommandations sur la radioprotection et par les organismes compétents du système des Nations Unies pour formuler les Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements.

2. Le Comité a tenu sa cinquante-quatrième session² à Vienne du 29 mai au 2 juin 2006. Son Bureau était constitué comme suit: Peter Burns (Australie), Président, Norman Gentner (Canada), Vice-Président, et Christian Streffer (Allemagne), Rapporteur. Le Comité a étudié les projets de documents qu'il avait examinés pour la dernière fois à sa cinquante-troisième session (du 26 au 30 septembre 2005), comme il l'avait indiqué à l'Assemblée générale dans son rapport sur les travaux de cette session³. Le Comité avait prévu dans un premier temps de publier ces documents à l'horizon 2005, mais l'insuffisance des ressources a retardé leur mise au point. Toutefois, cinq annexes scientifiques ont été approuvées en vue de leur inclusion dans le rapport de 2006 du Comité. Le Comité a également examiné d'autres projets de documents en cours d'élaboration, à savoir ceux concernant les expositions du public et des travailleurs à différentes sources de rayonnements; les expositions dues aux accidents radiologiques; les expositions dues aux applications médicales des rayonnements; et les effets des rayonnements ionisants sur les organismes vivants non humains.

3. Le Comité a noté que, dans sa résolution 60/98 du 8 décembre 2005, l'Assemblée générale avait notamment réaffirmé sa décision tendant à ce que le Comité conserve les fonctions et le rôle indépendant qui sont actuellement les siens; approuvé les intentions et les projets du Comité quant à la poursuite de ses activités scientifiques d'examen et d'évaluation au nom de l'Assemblée générale; souligné que le Comité doit tenir des sessions ordinaires annuelles; et prié le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) de continuer à apporter son appui au Comité afin de lui permettre de poursuivre efficacement ses travaux et d'assurer la diffusion de ses conclusions auprès de l'Assemblée générale, de la communauté

scientifique et du public; et prié instamment le PNUE d'examiner et de renforcer le niveau de financement actuel du Comité.

4. Il y a eu 50 ans le 14 mars 2006 que le Comité a tenu sa première session. Pour marquer cet anniversaire, le Gouvernement japonais et le Président de la cinquante-troisième session du Comité, M. Yasuhito Sasaki, ont fait le nécessaire pour que tous les rapports antérieurs du Comité soient publiés sur le site Web de ce dernier; la structure, la conception et le contenu du site ont également été entièrement revus. En outre, durant la cinquante-quatrième session du Comité, le maire et gouverneur de Vienne a invité à l'hôtel de ville des personnalités, des scientifiques et des diplomates pour commémorer cet événement. À cette occasion, le Directeur général de l'Office des Nations Unies à Vienne a donné lecture d'un message du Secrétaire général; M. Hans Blix, qui était l'orateur invité spécial, ainsi que des représentants de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et du PNUE, ont également pris la parole. Les intervenants, en particulier M. Blix, ont souligné l'importance du travail scientifique mené par le Comité au cours des cinquante dernières années et reconnu ce que celui-ci avait réalisé ainsi que sa réputation d'indépendance et de crédibilité scientifiques. M. Blix a indiqué qu'en raison des progrès importants accomplis dans le domaine de la science des rayonnements et des grands problèmes d'environnement, le Comité devait bénéficier d'un plus grand soutien. Le Directeur du Bureau régional et Représentant régional du PNUE pour l'Europe s'est engagé à examiner activement les possibilités d'apporter un soutien accru au Comité dans l'avenir. Il a estimé qu'une relation plus visible entre les évaluations scientifiques faites par le Comité et les échanges d'informations sur les politiques animés par le PNUE faciliterait les efforts conjugués visant à renforcer et élargir la base de ressources du Comité.

5. Le Comité a contribué aux travaux du Forum de Tchernobyl (auxquels ont pris part huit organisations du système des Nations Unies, ainsi que les Gouvernements du Bélarus, de la Fédération de Russie et de l'Ukraine), dont la mission importante a couvert beaucoup d'aspects de cet accident, y compris l'examen des effets des rayonnements sur la santé. Le Comité a réaffirmé que les récentes conclusions du Forum confirmaient les principales conclusions scientifiques⁴ auxquelles il était parvenu six ans auparavant au sujet des conséquences sur la santé et sur l'environnement de la radioexposition due à l'accident de Tchernobyl. Pour l'ensemble de la population, la principale conséquence néfaste observée sur la santé a été l'augmentation spectaculaire de l'incidence du cancer de la thyroïde chez les personnes ayant reçu des doses importantes à la thyroïde en 1986, alors qu'elles étaient encore enfants. Le Comité a reconnu qu'il était souvent difficile pour le public et les médias de comprendre que les risques dus aux rayonnements, bien que graves pour certains groupes exposés, n'étaient pas, pour la population dans son ensemble, aussi élevés du point de vue de l'hygiène radiologique que ce que l'on affirmait souvent. La communication mal étayée, en particulier avant et pendant le vingtième anniversaire de la catastrophe en avril 2006, de chiffres hypothétiques sur l'estimation des décès liés à la radioexposition due à l'accident a créé la confusion au sein du public. À l'exception des décès prématurés enregistrés chez les travailleurs intervenus en urgence, cliniquement attribuables au syndrome d'irradiation aiguë, et d'une petite proportion de cancers de la thyroïde mortels pouvant être attribués à la radioexposition pour des raisons épidémiologiques, il était impossible d'attribuer un seul décès aux effets tardifs de la radioexposition

résultant de l'accident. Le Comité a annoncé qu'il avait l'intention d'affiner l'évaluation des dommages éventuels dus à l'exposition chronique de populations importantes à des rayonnements de faible intensité ainsi que l'imputabilité des effets sur la santé. Il a également reconnu que certains détails restés en suspens méritaient d'être examinés plus à fond, et qu'il devait poursuivre ses efforts visant à fournir les éléments scientifiques pour une meilleure compréhension des effets radiologiques de l'accident de Tchernobyl sur la santé et sur l'environnement. Toutefois, en raison de sa participation au Forum de Tchernobyl, le Comité va étendre la portée de son travail de mise à jour de ses propres évaluations des conséquences de l'accident de Tchernobyl sur la santé et l'environnement afin d'examiner les informations les plus récentes. Pour accomplir cette tâche efficacement, il aura besoin d'une participation accrue des scientifiques du Bélarus, de la Fédération de Russie et de l'Ukraine. Il ne pourra pas s'en acquitter convenablement sans augmentation de ressources.

6. Il est aujourd'hui crucial de rétablir un budget de fonctionnement suffisant pour permettre au Comité de s'acquitter du mandat que lui a confié l'Assemblée générale, notamment, pour ne citer que les plus récentes, dans ses résolutions 60/98, 59/114 du 10 décembre 2004, 58/88 du 9 décembre 2003 et 57/115 du 11 décembre 2002, d'autant que l'on prévoit que son expertise va être de plus en plus sollicitée. Le Comité s'est une nouvelle fois déclaré préoccupé par le fait que le secrétariat ne comptait qu'un seul fonctionnaire de la catégorie des administrateurs, ce qui le rendait hautement vulnérable et avait entravé par le passé la bonne mise en œuvre du programme de travail approuvé. Il a estimé qu'il fallait augmenter le niveau de financement pour l'exercice biennal 2008-2009 conformément aux résolutions 60/98, 59/114, 58/88 et 57/115. En outre, aucun crédit additionnel n'a encore été ouvert au titre de l'exercice 2006-2007 pour mettre effectivement en œuvre les projets approuvés par l'Assemblée générale⁵.

7. Le Comité a reconnu l'importance que revêtent pour son travail les informations provenant des États Membres et des organisations internationales compétentes. Il demande à tous les États Membres, aux institutions spécialisées du système des Nations Unies et aux autres organismes scientifiques nationaux et internationaux de continuer à mettre à sa disposition les informations pertinentes et autorisées qui sont essentielles pour garantir la qualité et l'exhaustivité de ses études.

8. Le Comité a décidé de tenir sa cinquante-cinquième session à Vienne du 21 au 25 mai 2007.

II. Rapport scientifique

9. Le Comité a résumé, en vue de leur inclusion dans son rapport pour 2006, les principales conclusions de cinq annexes scientifiques, intitulées respectivement "Études épidémiologiques des rayonnements et du cancer", "Évaluation épidémiologique des maladies cardiovasculaires et d'autres affections non cancéreuses après une radioexposition", "Effets indifférenciés et différés de l'exposition aux rayonnements ionisants", "Effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire" et "Évaluation des sources aux effets du radon dans les foyers et sur les lieux de travail". Le rapport pour 2006 et ses annexes devraient être examinés à la lumière des précédents rapports de fond du Comité. De l'avis général

des membres, les données examinées aux fins de l'établissement du rapport du Comité pour 2006 ne justifient pas que celui-ci modifie ses estimations de risque actuelles pour le cancer et les effets héréditaires des rayonnements.

10. Le présent rapport et ses annexes scientifiques⁶ ont été élaborés entre la cinquantième et la cinquante-quatrième session du Comité, sur la base de documents de travail établis par le Secrétariat. Les fonctions de président, vice-président et rapporteur lors de ces sessions ont été assurées respectivement par:

J. Lipzstein (Brésil), Y. Sasaki (Japon) et R. Chatterjee (Canada) aux cinquantième et cinquante et unième sessions;

Y. Sasaki (Japon), R. Chatterjee (Canada) et P. Burns (Australie) à la cinquante-deuxième session;

Y. Sasaki (Japon), P. Burns (Australie) et N. Gentner (Canada) à la cinquante-troisième session;

P. Burns (Australie), N. Gentner (Canada) et C. Streffer (Allemagne) à la cinquante-quatrième session.

On trouvera à l'appendice I la liste des membres des délégations nationales à ces sessions. Le Comité tient à remercier les consultants qui ont aidé à établir la documentation pour leurs concours et leurs conseils (appendice II), ainsi que les experts nationaux et le personnel des organisations internationales pour leurs contributions en nature. Ils se sont chargés de l'examen et de l'évaluation préliminaires des informations techniques reçues par le Comité ou disponibles dans des publications sur lesquelles le Comité fonde ses délibérations finales.

11. Des représentants de trois organismes du système des Nations Unies (OMS, AIEA et PNUE) et de deux autres organisations internationales (CIPR et Commission internationale des unités et mesures radiologiques (CIUR)) ont assisté aux sessions du Comité tenues durant la période considérée. Le Comité tient à les remercier de leur participation aux débats.

12. Conformément à l'usage établi, le rapport du Comité pour 2006 est soumis à l'Assemblée générale sans les annexes techniques. Le rapport intégral du Comité pour 2006, y compris les annexes scientifiques, fera l'objet d'une publication des Nations Unies destinée à la vente. Cette pratique vise à assurer une plus large diffusion des conclusions du Comité, dans l'intérêt de la communauté scientifique internationale. Le Comité tient à appeler l'attention de l'Assemblée générale sur le fait que c'est uniquement pour des raisons de commodité que la partie principale du rapport du Comité pour 2006 lui est présentée sans les annexes scientifiques. Il faut bien comprendre que les données scientifiques contenues dans les annexes sont essentielles dans la formation des conclusions du rapport.

A. Études épidémiologiques des rayonnements et du cancer

13. Le Comité s'est toujours largement appuyé sur les résultats d'enquêtes épidémiologiques pour estimer les risques de cancer radio-induit. Il a accordé une grande attention aux critères qui déterminent la qualité des études épidémiologiques ainsi qu'aux différentes caractéristiques de ces études qu'il doit prendre en considération pour améliorer ses estimations. Le concept de puissance statistique,

c'est-à-dire la probabilité qu'une étude épidémiologique discerne un niveau donné de risque accru avec un degré de confiance précis, et les différents facteurs qui entrent en ligne de compte, ont été présentés succinctement dans le rapport du Comité pour 2000. Cette question est développée dans l'annexe A du rapport pour 2006, intitulée "Études épidémiologiques des rayonnements et du cancer", qui montre que la puissance statistique d'une étude est fortement influencée par la taille de l'échantillon, le ou les niveaux de dose du groupe exposé, et l'importance du coefficient de risque, si bien que la plupart des études sur les faibles doses publiées ont une puissance statistique insuffisante. De plus, dans le cas des études sur les faibles doses qui portent sur un certain nombre d'effets vraisemblablement limités et qui n'ont pas de puissance statistique, la valeur du risque relatif trouvé pour tout résultat "statistiquement significatif" constituera probablement une surestimation importante du risque "véritable".

14. On a examiné de nombreuses sources d'incertitude que comportent les études épidémiologiques, ainsi que des méthodes pour y remédier. Une nouvelle génération d'études épidémiologiques a commencé à produire des estimations des risques dus aux rayonnements corrigées pour tenir compte des incertitudes dans l'évaluation des doses, et on commence à apporter des corrections pour tenir compte d'autres incertitudes. Un point important à prendre en considération lorsque l'on interprète des études faisant des comparaisons multiples (par exemple pour de nombreux types différents de cancer) est que la probabilité d'obtenir un résultat statistiquement significatif par pur hasard augmente avec le nombre de comparaisons effectuées.

15. Les estimations du risque de cancer calculées dans le rapport du Comité pour 2000 étaient fondées sur les données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon et utilisaient l'ensemble d'estimations concernant les doses reçues par les survivants qui avait été établi au milieu des années 1980, appelé système dosimétrique DS86. Pendant un certain temps, on pensait que le système DS 86 sous-estimait systématiquement les doses neutrons reçues par les survivants des bombardements atomiques d'Hiroshima, mais que ses estimations des doses gamma étaient plus fiables. Une récente analyse des données disponibles indique que les estimations des doses neutrons du système DS86 pour Hiroshima ne comportent pas d'erreur systématique appréciable. L'ensemble d'estimations de doses le plus récent, appelé système dosimétrique DS02, ne présente que de légères différences avec le système DS86, les écarts ne dépassant généralement pas 20 %. Il ressort des analyses fondées sur la nouvelle dosimétrie que les estimations des facteurs de risque de cancer pourraient par conséquent diminuer d'environ 8 %, sans que cela entraîne pour autant de changement sensible de la courbe dose-effet ou des modèles d'excès de risque avec l'âge ou le temps.

16. Bien que la résolution des incohérences dosimétriques que présentaient les données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon ait réduit une source d'incertitude pour l'estimation des risques de cancer dans une population exposée à de faibles doses de rayonnement, de nombreuses autres sources d'incertitude subsistent. L'une des plus importantes se rapporte à l'extrapolation aux faibles doses et débits de dose des expositions à dose modérée mais à débit de dose élevé auxquelles ont été soumis les survivants des bombardements atomiques au Japon. Ceci est également vrai pour l'interprétation des données concernant de nombreux groupes exposés à des fins thérapeutiques. Il existe aussi une incertitude relative à l'extrapolation du risque de cancer sur la vie entière. Ainsi, environ la

moitié de la cohorte des survivants des bombardements atomiques au Japon est encore en vie. Afin d'estimer les facteurs de risque à partir des données sur cette cohorte, il est essentiel de définir le modèle de variation du risque de cancer associé aux rayonnements pour les personnes ayant été exposées au cours de leur enfance et qui atteignent aujourd'hui l'âge auquel on s'attendrait à l'apparition d'un nombre accru de cancers spontanés. Une autre source d'incertitude se rapporte au transfert des estimations de risque de cancer radio-induit entre des populations ayant des taux de cancers spontanés différents.

17. L'annexe A du rapport du Comité pour 2006 réévalue le risque de cancer et la mortalité par cancer à partir des données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon, en utilisant autant que possible le système dosimétrique le plus récent (DS02) ainsi que les données complémentaires. On y passe également en revue de manière approfondie tous les éléments provenant d'études sur des groupes de personnes exposées dans le cadre d'une thérapie, d'un diagnostic médical ou sur leur lieu de travail. On y étudie les risques de cancer des glandes salivaires, de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin grêle (y compris le duodénum), du côlon, du rectum, du foie, du pancréas, du poumon, des os et des tissus conjonctifs, du sein, de l'utérus, de l'ovaire, de la prostate, de la vessie, du rein, du cerveau et du système nerveux central, et de la thyroïde; ainsi que les risques de lymphome non hodgkinien, de maladie de Hodgkin, de myélomes multiples, de leucémie, de mélanome cutané, et de cancer cutané non mélanomateux. Cela allonge quelque peu la liste des localisations d'organes qui avaient été étudiées dans le rapport du Comité pour 2000 (les cancers des glandes salivaires, de l'intestin grêle, du rectum, du pancréas, de l'utérus, de l'ovaire et du rein, ainsi que le mélanome cutané n'avaient pas été étudiés dans ce rapport). Comme dans le rapport de 2000, l'annexe A du présent rapport évalue séparément les risques dus à l'irradiation interne et externe et aux rayonnements à faible et à fort transfert linéique d'énergie (TLE).

18. Pour certaines localisations, la caractérisation des risques de cancer pose encore des problèmes du fait que la précision statistique est faible lorsque les cas en excès sont relativement peu nombreux. Cela peut limiter par exemple l'aptitude à estimer les tendances des risques en fonction de facteurs tels que le sexe, l'âge au moment de l'exposition et le temps écoulé depuis l'exposition. En outre, les données manquent parfois ou n'ont pas été publiées sous une forme assez détaillée pour que l'on puisse déterminer comment les risques varient d'une population à l'autre. Le cancer du sein constitue une exception, la comparaison des données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon avec celles concernant des femmes soumises à des expositions médicales en Amérique du Nord révélant l'existence de ce que l'on appelle un modèle "absolu" pour le transfert des estimations de risque entre populations. Pour certaines localisations de cancer, il n'existe pas de preuve d'un lien avec les rayonnements et, pour d'autres, on a uniquement observé des excès de risques à la suite d'expositions à des doses très élevées (dans le cadre d'une radiothérapie). Alors que les évaluations de risque de lymphome se ressentent du faible nombre de cas relevés dans plusieurs études, il convient de souligner en revanche que l'on a observé une relation nette parmi de nombreuses populations entre les rayonnements et le risque de leucémie, qui est également une maladie rare.

19. La plus grande précision statistique résultant de la poursuite des études susmentionnées sur de plus longues périodes et le nombre accru de cancers qui ont pu ainsi être observés ont facilité l'examen des relations dose-effet, en particulier pour les niveaux de dose les plus faibles. Par exemple, les données les plus récentes relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon concordent largement avec les tendances de la relation dose-risque linéaire ou linéaire-quadratique pour un large éventail de niveaux de dose. Toutefois, les analyses se limitant uniquement aux faibles doses sont compliquées par les limites de la précision statistique, la probabilité de recueillir des données prêtant à confusion en raison de petites erreurs non décelées et la possibilité d'obtenir des résultats statistiquement significatifs par pur hasard en pratiquant de nombreux tests pour établir la dose minimale à partir de laquelle on peut déceler des risques accrus. Un suivi plus long de groupes importants, par exemple les survivants des bombardements atomiques, fournira davantage d'informations sur les effets des faibles doses. Cependant, l'épidémiologie à elle seule ne permettra pas de dire s'il y a des doses seuils pour les risques radiologiques. Il faudrait pour cela mieux connaître les mécanismes biologiques. En particulier, le fait que les méthodes épidémiologiques ne permettent pas de détecter une augmentation des risques de cancer à de très faibles doses ne signifie pas que ces risques ne sont pas accrus.

20. De nouveaux résultats ont également été publiés à partir d'analyses de l'exposition à faible dose chronique ou fractionnée à des rayonnements à faible transfert linéique d'énergie (TLE) effectuées en particulier dans le cadre d'une étude sur les travailleurs nucléaires dans quinze pays, d'études sur les riverains de la Tetcha (Fédération de Russie) qui ont été exposés aux rejets radioactifs de la centrale de Mayak, d'une étude sur les personnes exposées aux retombées du polygone d'essais nucléaires de Semipalatinsk (Kazakhstan), et d'études menées dans des régions ayant des niveaux élevés de rayonnement naturel. En général, les estimations du risque de cancer concordent statistiquement, bien qu'elles soient un peu plus élevées dans quelques études, avec celles établies à partir des données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon. Cependant, on craint que toutes ces études ne comportent des erreurs, ce qui pourrait expliquer pourquoi ces estimations sont plus élevées que celles établies à partir des données sur le Japon.

21. Les résultats présentés dans l'annexe A au rapport du Comité pour 2006 montrent que les estimations du risque de cancer radio-induit sur toute la vie sont sensibles aux variations du taux de base de cancers spontanés. Ces résultats indiquent que cette variabilité peut conduire à des différences comparables à celles que donnent différentes méthodes de transfert des estimations de risque entre populations ou de projection des risques. La variabilité de toutes ces projections met en évidence la difficulté de choisir une valeur unique pour représenter le risque de cancer radio-induit sur toute la vie. En outre, les incertitudes sont généralement plus grandes lorsque l'on fait des estimations du risque pour certains types de cancer que pour tous les cancers réunis.

22. Malgré ces difficultés, les estimations de risque sont extrêmement utiles pour caractériser l'impact de la radioexposition sur une population. Dans son rapport pour 2000, le Comité privilégiait, pour l'établissement de projections de risque, des modèles simulant le risque relatif dû aux rayonnements en fonction de l'âge au moment de l'exposition ou de l'âge atteint. Des études complémentaires ont montré

que ces modèles n'étaient pas bien ajustés. Le rapport indique que l'on obtient actuellement l'ajustement optimal si les modèles pour le risque de mortalité par cancer solide simulent l'excès de risque relatif ou absolu dû à la radioexposition proportionnellement à un produit de fonctions où le temps depuis l'exposition et l'âge atteint sont mis en puissance. Les modèles actuellement préférés pour la mortalité par leucémie supposent que l'excès de risque relatif est proportionnel au produit de l'âge au moment de l'exposition et de l'âge atteint mis en puissance, et que l'excès de risque absolu est proportionnel au temps depuis l'exposition mis en puissance. L'application de ces modèles à n'importe laquelle des cinq populations suivantes (Chine, Japon, Porto Rico, États-Unis et Royaume-Uni), tous âges confondus, donne un risque de décès par cancer sur la vie entière consécutif à une dose aiguë de 1 sievert (Sv) compris approximativement entre 4 et 7,5 % pour l'ensemble des cancers solides et entre 0,7 et 1 % pour la leucémie. Les calculs que l'on trouvera dans l'annexe A du rapport pour 2006 montrent que ces valeurs varient au sein de différentes populations et avec différents modèles de risque, la variation étant en général importante pour les cancers solides. Ces estimations de risque de cancer sont légèrement inférieures à celles publiées précédemment dans le rapport du Comité pour 2000. On peut imputer une partie de cette réduction à la nouvelle dosimétrie chez les survivants des bombardements atomiques et à son suivi, bien qu'une plus grande partie soit probablement liée aux différents modèles de projection et de transfert des risques utilisés, en particulier pour les cancers solides. Les estimations de risque de cancer sur toute la vie pour les personnes exposées au cours de leur enfance peuvent représenter être de deux à trois fois plus élevées que les estimations pour une population exposée à tout âge. Toutefois, un suivi continu des cohortes irradiées existantes sera important pour déterminer les risques sur la vie entière. Les résultats de l'analyse des données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon concordent avec une relation dose-effet linéaire pour l'ensemble des cancers solides et avec une relation dose-effet linéaire-quadratique pour la leucémie.

B. Évaluation épidémiologique des maladies cardiovasculaires et d'autres affections non cancéreuses après une radioexposition

23. L'annexe B du rapport du Comité pour 2006, intitulée "Évaluation épidémiologique des maladies cardiovasculaires et d'autres affections non cancéreuses après une radioexposition", prend en considération les enquêtes épidémiologiques concernant des affections autres que le cancer. Un lien statistiquement significatif entre la dose de rayonnement et la mortalité due à des affections non cancéreuses a été d'abord observé en 1992 à partir de l'analyse, dans le cadre de la Life Span Study (étude sur la vie entière), des données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon pour la période comprise entre 1950 et 1985. On a observé des liens importants pour les maladies cardiovasculaires et d'autres affections non cancéreuses. Les effets du tabagisme ou d'autres facteurs possibles ne pouvaient expliquer la surmortalité imputable à ces maladies, et il était ainsi nécessaire d'étudier l'éventualité que les rayonnements en soient la cause directe. L'annexe B est essentiellement consacrée aux résultats de cette étude ainsi qu'à ceux d'autres études relatives aux maladies cardiovasculaires.

24. Les rapports les plus récents du Comité où la question des effets de la radioexposition sur les affections autres que le cancer a été examinée sont ceux de 1982 et 1993, qui signalent l'existence d'une dose minimale (dose seuil) en dessous de laquelle aucun effet radiologique n'est détecté cliniquement. Bien qu'une valeur pour la dose seuil soit difficile à définir et puisse varier en fonction des tissus et des techniques de mesure, les données relatives aux survivants des bombardements atomiques montrent que des liens entre la radioexposition et l'incidence des maladies autres que le cancer peuvent être observés à des niveaux de dose inférieurs à ceux qui étaient jusqu'ici considérés comme des seuils pour un certain nombre d'effets "déterministes".

25. Dans l'annexe B du rapport pour 2006, on passe en revue les données épidémiologiques actuelles et on tente de caractériser la nature du risque d'affection non cancéreuse lié à la radioexposition. On y examine plusieurs questions méthodologiques particulièrement importantes pour évaluer les données épidémiologiques concernant ces affections. On y présente ensuite une vue d'ensemble des données actuellement disponibles concernant les principales maladies non cancéreuses chez une cinquantaine de populations irradiées. On a examiné en détail les données épidémiologiques concernant les maladies cardiovasculaires, qui sont parmi les plus courantes, et les seules pour lesquelles on dispose de relativement plus d'informations concernant l'existence possible d'un lien de causalité avec la radioexposition. On indique également dans l'annexe B les lacunes importantes que présentent les connaissances concernant la nature de ce risque, et on y examine l'incidence que ces lacunes pourraient avoir à l'avenir sur l'évaluation du risque lié aux rayonnements.

26. Il existe un lien entre l'augmentation du risque de maladie cardiovasculaire et l'administration de doses élevées de rayonnements au cœur, par exemple au cours d'une radiothérapie, mais de nouvelles techniques de traitement soumettant le cœur à des doses plus faibles ont permis de réduire considérablement ce risque. À ce jour, l'existence d'un lien entre les maladies cardiovasculaires mortelles et l'exposition à des doses inférieures à une fourchette de 1 à 2 Gy environ n'est mise en évidence que par l'analyse des données relatives aux survivants des bombardements atomiques au Japon. Les autres études ne présentent pas de preuves manifestes ou concordantes d'un risque de maladie cardiovasculaire pour des doses de rayonnement inférieures à cette fourchette. Le Comité estime que, globalement, les données ne sont pas suffisantes pour définir des modèles de risque appropriés pour ces points terminaux. Ces données ne suffisent pas non plus à l'heure actuelle pour conclure à l'existence d'une relation de cause à effet entre la radioexposition et l'incidence des maladies cardiovasculaires pour des doses de moins de 1 à 2 Gy environ.

27. Étant donné la fréquence élevée des maladies cardiovasculaires chez les populations non exposées, ainsi que la nature multifactorielle et l'hétérogénéité de ces maladies, et la nécessité de prendre en compte les facteurs de confusion les plus importants (comme la consommation de tabac, les aspects génétiques et le taux de cholestérol), il n'est pas certain que les études épidémiologiques à elles seules puissent contribuer de façon significative à améliorer les connaissances en ce qui concerne l'existence et la nature d'un lien de causalité éventuel entre l'incidence des maladies cardiovasculaires et la radioexposition.

28. Concernant la mortalité imputable à l'ensemble des maladies non cancéreuses autres que les maladies cardiovasculaires, l'existence d'un lien entre la radioexposition à des doses de moins de 1 à 2 Gy environ n'est également mise en évidence que par l'analyse des données relatives aux survivants des bombardements atomiques. Quant aux autres études, les éléments scientifiques permettant de conclure à l'existence d'un tel lien qu'elles fournissent en ce qui concerne ces maladies sont encore moins nombreux que dans le cas des maladies cardiovasculaires. Ceci est en partie dû à l'insuffisance des données disponibles, à la grande hétérogénéité des maladies, à la diversité des mécanismes pathologiques et des étiologies et à la multiplicité des facteurs de confusion.

C. Effets indifférenciés et différés de l'exposition aux rayonnements ionisants

29. Les risques de cancer après une exposition à des doses de rayonnement élevées ou modérées sont relativement bien connus grâce aux études épidémiologiques approfondies concernant les survivants des bombardements atomiques au Japon et d'autres groupes. En revanche, les risques associés à des doses plus faibles, caractéristiques des expositions environnementales et professionnelles, sont généralement estimés par extrapolation des données concernant les doses élevées, corrigées pour tenir compte des faibles doses et débits de dose. L'évaluation des risques pour la santé humaine associés à l'exposition aux rayonnements repose sur l'idée mécaniste que les effets nocifs de l'irradiation ont pour origine les cellules irradiées ou, dans le cas des effets héréditaires, les cellules qui en sont directement issues. Or, l'observation d'un certain nombre d'effets indifférenciés et différés de l'exposition aux rayonnements ionisants pourrait remettre en question cette idée. Dans l'annexe C du rapport du Comité pour 2006, intitulée "Effets indifférenciés et différés de l'exposition aux rayonnements ionisants", on examine les éléments attestant l'existence de tels effets et la manière dont ceux-ci peuvent influencer sur les raisonnements mécanistes requis pour estimer les risques liés aux faibles doses et débits de dose.

30. Les effets examinés sont les suivants: instabilité génomique radio-induite, effets de voisinage, effets abscopaux, facteurs clastogènes induits et effets héréditaires:

a) Lorsqu'une cellule est irradiée et survit, elle peut produire des cellules filles qui, après plusieurs générations, présenteront un nombre croissant d'altérations génomiques, même si elles n'ont pas été irradiées. C'est ce qu'on appelle l'"instabilité génomique radio-induite". Ces altérations génomiques peuvent consister en des altérations chromosomiques, des modifications du nombre de chromosomes, des mutations des gènes et autres séquences d'acide désoxyribonucléique (ADN), et une réduction du nombre de cellules produites par réplication des cellules filles;

b) On entend par "effet de voisinage" la capacité des cellules irradiées à transmettre des lésions aux cellules voisines qui n'ont pas été directement irradiées;

c) Un effet "abscopal" est une réaction importante à l'irradiation d'un tissu physiquement éloigné de la partie du corps qui a été irradiée.

d) Une grande quantité de données tendent à prouver que le plasma sanguin animal ou humain irradié contient des “facteurs clastogéniques” susceptibles d’endommager les chromosomes dans des cellules non exposées;

e) Les “effets héréditaires” sont observés chez les sujets dont l’un des parents ou les deux ont été irradiés avant qu’ils ne les conçoivent. Les effets transgénérationnels sont ceux qui s’expriment au-delà de la première génération;

f) Enfin, certaines manifestations des effets indifférenciés et différés susmentionnés peuvent apparaître spontanément ou après une exposition à d’autres agents.

31. Malgré la somme importante d’informations nouvelles dont on dispose, la relation de causalité entre les effets indifférenciés et les effets observés sur la santé imputables aux rayonnements continue de susciter de larges débats. Le Comité conclut que les données disponibles actuellement permettent d’affirmer que ces effets ont un rapport avec l’apparition de maladies, mais pas qu’ils en sont la cause. Cela étant, il souligne que l’estimation des effets des rayonnements sur la santé repose sur des observations épidémiologiques et expérimentales qui mettent en évidence une augmentation statistiquement significative de la morbidité liée à la dose. Ces observations directes d’effets nocifs sur la santé tiennent implicitement compte d’éléments mécanistes liés non seulement aux effets directs de l’irradiation, mais aussi aux effets indifférenciés et différés décrits à l’annexe C du rapport pour 2006.

32. Le Comité continue d’estimer que les données de type mécaniste sont importantes pour évaluer les effets sanitaires induits par des doses inférieures à 0,2 Gy. Cela étant, pour attribuer à un mécanisme donné l’apparition d’un effet biologique sanitaire particulier, les données en question doivent être reproduites de manière indépendante et présenter une forte cohérence avec la maladie considérée. Ainsi, on estime que les données relatives à la distribution microdosimétrique des dépôts d’énergie dans le noyau cellulaire et la réaction cellulaire aux lésions de l’ADN directement induites qui sont examinées dans le rapport du Comité pour 2000 constituent une bonne base pour déterminer les mécanismes qui influent sur l’estimation des risques. Le Comité reconnaît cependant que divers processus mécanistes contribuent à l’apparition d’effets sanitaires radio-induits.

33. Le Comité continuera de suivre les progrès scientifiques dans le domaine des effets indifférenciés et différés et recommande d’une manière générale de s’efforcer, dans le cadre des travaux de recherche futurs, de concevoir des études mettant l’accent sur la reproductibilité, les réactions aux faibles doses et les associations causales avec les effets sur la santé. Le fait de connaître l’ampleur et la nature des réactions cellulaires et tissulaires aux rayonnements permettra à la longue de se faire une idée des mécanismes par lesquels l’exposition aux rayonnements induit des effets nocifs pour la santé et d’améliorer ainsi les données scientifiques sur lesquelles on se fonde pour l’estimation quantitative des risques sanitaires associés aux faibles doses et débits de dose.

D. Effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire

34. Les effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire ont été examinés pour la première fois de manière détaillée dans le rapport du Comité pour 1972, puis brièvement dans les rapports pour 1977, 1982, 1986, 1988, 1994 et 2000. Les concepts de l'immunologie ayant considérablement évolué au cours des trente dernières années, le Comité a jugé nécessaire de procéder à un réexamen complet des effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire. Ainsi, l'annexe D du rapport pour 2006, intitulée "Effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire", analyse les données relatives aux altérations radio-induites des réponses immunitaires, examine les mécanismes susceptibles de jouer un rôle et passe en revue les études épidémiologiques concernant les effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire humain.

35. Le système immunitaire, l'un des systèmes les plus complexes du corps humain, est composé de cellules de plusieurs types (lymphocytes et cellules accessoires), réparties d'une manière stratégique dans tout l'organisme, parfaitement positionnées pour reconnaître les antigènes (substances et cellules étrangères ou non-soi) et les neutraliser ou les détruire, assurant ainsi une protection contre les infections et le cancer. Il existe deux formes d'immunité différentes, mais interdépendantes: l'immunité naturelle et l'immunité acquise. L'immunité naturelle est pleinement fonctionnelle avant qu'un agent étranger ne pénètre dans l'organisme et assure par conséquent une défense rapide. L'immunité acquise se développe après la pénétration d'un agent pathogène dans l'organisme: en conservant en mémoire les antigènes auxquels il a déjà été exposé, celui-ci réagit plus efficacement lors d'une nouvelle exposition. Les réponses immunitaires acquises reposent essentiellement sur l'action des lymphocytes B (réponses humorales) et des lymphocytes T (réponses à médiation cellulaire).

36. Les effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire peuvent être évalués en estimant les modifications du nombre de cellules ou en utilisant divers tests fonctionnels. L'impact des altérations de la réponse immunitaire dépend de facteurs tels que la dose de rayonnement, sa relation temporelle avec l'immunisation et la disposition génétique. Ainsi:

a) Des fortes doses de rayonnement induisent une immunosuppression due essentiellement à la destruction des cellules. Les lymphocytes sont très radiosensibles et la diminution de leur nombre sert actuellement d'indicateur précoce de l'intensité d'une exposition aiguë accidentelle. Les modifications radio-induites des paramètres immunitaires semblent dépendre davantage de la dose totale que du débit de dose. Des effets persistants ont été observés sur le système immunitaire après une exposition à des rayonnements ionisants;

b) À faibles doses et débits de dose, les rayonnements ionisants peuvent avoir des effets aussi bien inhibiteurs que stimulants sur le système immunitaire. Il convient d'évaluer les effets à long terme des faibles doses de rayonnement sur les fonctions immunitaires liées à la santé humaine.

37. Dans l'annexe D du rapport pour 2006, on examine certains mécanismes par lesquels les rayonnements pourraient induire des altérations du système immunitaire et leur rôle dans la promotion ou la régulation du cancer. Le système immunitaire est capable d'éliminer les cellules aberrantes qui pourraient former des tumeurs. On

ignore si le cancer résulte d'une déficience du système immunitaire. Un lien a cependant été établi entre plusieurs types de tumeurs humaines et un dysfonctionnement du système immunitaire. Une meilleure connaissance des interactions entre les rayonnements ionisants et le système immunitaire pourrait déboucher sur de nouvelles perspectives en matière de prévention et de traitement du cancer.

38. L'annexe D du rapport pour 2006 donne un aperçu des études relatives aux effets des rayonnements ionisants sur le système immunitaire chez les survivants des bombardements atomiques au Japon, les travailleurs et les habitants de Tchernobyl, les riverains de la Tetcha, les personnes vivant près du site nucléaire de Hanford et les patients soumis à une radiothérapie. Ces études débouchent sur certaines conclusions communes: affaiblissement de l'immunité cellulaire, immunité humorale accrue et mise en place d'un profil inflammatoire. On observe, chez les survivants des bombardements atomiques, une déstabilisation du système immunitaire qui n'apparaît pas clairement chez les travailleurs et habitants exposés aux rayonnements après l'accident de Tchernobyl.

39. Si les effets inhibiteurs des fortes doses de rayonnements ionisants sur le système immunitaire sont bien établis, l'annexe D du rapport pour 2006 conclut que les effets des faibles doses sont encore mal connus. On a observé à la fois des effets inhibiteurs et des effets stimulants.

E. Évaluation des sources aux effets du radon dans les foyers et sur les lieux de travail

40. Nous sommes tous quotidiennement exposés au radon, gaz radioactif chimiquement inerte d'origine naturelle qui est omniprésent dans l'atmosphère. Les concentrations de radon à l'intérieur des habitations varient beaucoup au sein d'un même pays et d'un pays à l'autre, la concentration géométrique (nominale) moyenne dans l'air à l'intérieur des bâtiments allant de moins de 10 becquerels par mètre cube (Bq/m^3) au Moyen-Orient à plus de 100 Bq/m^3 dans plusieurs pays européens.

41. La dose annuelle par habitant imputable à l'inhalation du radon (et de ses produits de filiation) représente généralement environ la moitié de la dose efficace imputable à l'ensemble des sources naturelles de rayonnements ionisants. Pour certaines professions, le radon est la principale source de radioexposition professionnelle. Dans le cycle du combustible nucléaire, le rejet de radon provenant des résidus de l'extraction de l'uranium contribue pour beaucoup à la dose efficace résultant de cette pratique.

42. Les effets cancérigènes du radon et de ses produits de filiation sur le poumon sont bien établis. Cependant, les doses aux autres organes et tissus imputables à l'inhalation du radon (et de ses produits de filiation) sont très faibles et généralement inférieures d'au moins un ordre de grandeur aux doses absorbées par les poumons. En outre, les données épidémiologiques n'attestent guère l'existence de risques accrus de mortalité imputable à d'autres affections que le cancer du poumon.

43. Dans l'annexe E du rapport pour 2006, intitulée "Évaluation des sources aux effets du radon dans les foyers et sur les lieux de travail", on examine les sources potentielles d'exposition au radon des travailleurs et de la population générale; les questions d'actualité en matière de dosimétrie du radon; les informations tirées de l'expérimentation animale et de l'expérimentation au niveau cellulaire et sous-cellulaire qui sont essentielles à la compréhension des mécanismes de la carcinogenèse; les études épidémiologiques sur l'exposition des mineurs et l'exposition domestique au radon; et les méthodes de prévision des risques.

44. Pour la gestion générale des risques, il est nécessaire de disposer, à des fins réglementaires, d'un facteur permettant de calculer la dose résultant d'une exposition donnée au radon et d'établir des comparaisons avec d'autres sources de radioexposition. Ce facteur de dose peut être déterminé de deux façons différentes. L'approche dosimétrique consiste à déterminer la dose imputable à une exposition donnée en se fondant sur les caractéristiques du radon et de ses produits de filiation du point de vue atmosphérique et respiratoire. L'approche épidémiologique, qui est utilisée par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), consiste à déterminer ce facteur à partir des études épidémiologiques en utilisant le rapport entre le risque de cancer du poumon chez les mineurs et le risque général de cancer chez les survivants des bombardements atomiques. Le rapport du Comité pour 2000 faisait apparaître un écart d'un facteur d'environ 2 entre les résultats des deux approches. Cela étant, les dernières données publiées sur les risques encourus par les mineurs de fond (issues d'études mises à jour de cohortes de mineurs d'uranium) donnent à penser que les résultats obtenus avec ces deux approches sont moins divergents qu'on ne le pensait initialement. Cependant, d'autres travaux sont nécessaires pour mieux tenir compte de l'influence des facteurs de modification (tels que le temps écoulé depuis l'exposition, l'âge atteint et l'influence du débit de dose) et des facteurs de confusion (tabagisme en particulier).

45. Les études sur les mineurs exposés au radon et à ses produits de filiation fournissent directement des informations permettant d'estimer le risque de cancer du poumon chez les intéressés. Dans son sixième rapport sur les effets sanitaires de l'exposition au radon (BEIR VI)⁷, le comité sur les effets sanitaires des rayonnements ionisants du National Research Council des États-Unis d'Amérique signale un excès de risque relatif associé à l'exposition au radon équivalant² à 1,8 % par megabecquerel/heure par mètre cube (MBq/h/m³) (intervalle de confiance à 95 %: 0,3-35) pour les mineurs ayant subi une exposition cumulée inférieure à 30 MBq/h/m³. Diverses sources d'erreur entachent l'estimation de l'exposition des mineurs, en particulier s'agissant des premières années de l'exploitation minière où les expositions étaient plus élevées. Les autres facteurs qui compliquent l'analyse des données relatives aux mineurs sont les suivants: pourcentage élevé de mineurs fumeurs; exposition sur le lieu du travail à des poussières polluantes, comme l'arsenic, aux fumées d'échappement des moteurs diesel et à d'autres polluants; et temps passé dans des mines autres que d'uranium. La probabilité de déceler des risques en excès chez les mineurs actuels est faible, en partie parce que le niveau d'exposition est beaucoup moins élevé que pendant les premières années d'exploitation et en partie du fait de l'amélioration du suivi et de la tenue des dossiers. En raison du niveau élevé d'exposition dans les premières années d'exploitation, il est possible de déceler des tendances concernant le risque de cancer du poumon et d'étudier les facteurs qui influent sur la relation dose-effet, notamment l'âge au moment de l'exposition, l'effet du débit de dose et la réduction

du risque avec l'allongement du délai écoulé depuis l'exposition, et l'effet des facteurs de confusion, notamment le tabagisme.

46. Le modèle relatif aux effets biologiques des rayonnements ionisants (BEIR VI) mis au point à partir de l'analyse groupée de données concernant onze cohortes de mineurs constitue une bonne base pour estimer le risque associé à l'exposition au radon et tient compte de facteurs tels que la réduction du risque avec l'allongement du délai écoulé depuis l'exposition. Les études concernant un certain nombre de cohortes de mineurs qui ont été mises à jour depuis la publication du rapport BEIR VI confirment les tendances générales du risque en fonction de la dose et du temps écoulé depuis l'exposition indiquées dans ce rapport et contiennent également des coefficients mis à jour pour tenir compte du temps écoulé. Les études relatives aux mineurs constituent donc une base solide pour estimer les risques associés à l'exposition au radon et pour étudier les effets des facteurs modifiant la relation dose-effet. Les données provenant de ces études sont analysées à l'aide de modèles biologiques et cellulaires du processus multiétapes de carcinogenèse. Cela permet d'évaluer les incertitudes dans notre compréhension des mécanismes de carcinogenèse et de modéliser ces mécanismes à des fins d'estimation du risque.

47. Par extrapolation à partir des concentrations de radon dans l'air des mines, on peut indirectement évaluer les risques associés à l'exposition domestique au radon. En outre, plus d'une vingtaine d'études analytiques concernant l'exposition domestique au radon et le cancer du poumon ont été réalisées à ce jour. Elles évaluent généralement le risque relatif associé à l'exposition au radon à partir d'estimations de l'exposition domestique au radon portant sur une période de 25 à 30 ans avant le diagnostic de cancer du poumon. Des analyses groupées d'études de cas témoins font apparaître un risque faible mais décelable de cancer du poumon associé à l'exposition domestique au radon, qui augmente en fonction de l'exposition. L'excès de risque relatif associé à une exposition domestique de longue durée à 100 Bq/m^3 est établi avec une précision relativement bonne et serait d'environ 0,16 % (après correction des incertitudes associées à l'évaluation de l'exposition), le facteur d'incertitude étant environ trois fois supérieur ou inférieur à cette valeur. En raison de l'interaction synergique des effets de l'exposition au radon et des effets de l'inhalation de la fumée de tabac, les fumeurs représentent près de 90 % du risque moyen à la population imputable à l'exposition au radon.

48. Bien que l'estimation des risques associés à l'exposition domestique au radon par extrapolation des données issues des études relatives aux mineurs comporte des incertitudes importantes, il y a une bonne concordance entre les facteurs de risque déterminés à partir de ces études et ceux déterminés à partir d'études de cas témoins concernant l'exposition domestique au radon. Les études de cas témoins réalisées en Europe et en Amérique du Nord ayant été récemment mises en commun, on peut maintenant estimer directement les risques associés à une exposition domestique de longue durée au radon. Se fondant sur les informations actuellement disponibles, le Comité estime que les coefficients de risque ajustés obtenus grâce à la mise en commun de ces études constituent une base adéquate pour estimer les risques associés à l'exposition domestique au radon.

Notes

- ¹ Le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants a été créé par l'Assemblée générale à sa dixième session, en 1955. Son mandat est défini dans la résolution 913 (X) du 3 décembre 1955. Le Comité comprenait à l'origine les États Membres suivants: Argentine, Australie, Belgique, Brésil, Canada, Égypte, États-Unis d'Amérique, France, Inde, Japon, Mexique, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Suède, Tchécoslovaquie et Union des républiques socialistes soviétiques. Par sa résolution 3154 C (XXVIII) du 14 décembre 1973, l'Assemblée générale a élargi la composition du Comité où sont entrés les États suivants: Allemagne (République fédérale d'), Indonésie, Pérou, Pologne et Soudan. Par sa résolution 41/62 B du 3 décembre 1986, l'Assemblée générale a porté la composition du Comité à un maximum de 21 membres et a invité la Chine à en faire partie.
- ² Des observateurs du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) et de la Commission internationale des unités et mesures radiologiques (CIUR) ont également participé à la cinquante-quatrième session.
- ³ *Documents officiels de l'Assemblée générale, soixantième session, Supplément n° 46 (A/60/46).*
- ⁴ *Documents officiels de l'Assemblée générale, cinquante-cinquième session, Supplément n° 46 (A/55/46).*
- ⁵ *Documents officiels de l'Assemblée générale, soixantième session, Supplément n° 7, (A/60/7, sect. IV, par. IV. 46).*
- ⁶ Pour les précédents rapports de fond du Comité à l'Assemblée générale, voir *Documents officiels de l'Assemblée générale, treizième session, Supplément n° 17 (A/3838)*; *ibid., dix-septième session, Supplément n° 16 (A/5216)*; *ibid., dix-neuvième session, Supplément n° 14 (A/5814)*; *ibid., vingt et unième session, Supplément n° 14 (A/6314 et Corr.1)*; *ibid., vingt-quatrième session, Supplément n° 13 (A/7613 et Corr.1)*; *ibid., vingt-septième session, Supplément n° 25 (A/8725 et Corr.1)*; *ibid., trente-deuxième session, Supplément n° 40 (A/32/40)*; *ibid., trente-septième session, Supplément n° 45 (A/37/45)*, *ibid.; quarante et unième session, Supplément n° 16 (A/41/16)*; *ibid., quarante-troisième session, Supplément n° 45 (A/43/45)*; *ibid., quarante-huitième session, Supplément n° 46 (A/48/46)*; *ibid., quarante-neuvième session, Supplément n° 46 (A/49/46)*; *ibid., cinquante et unième session, Supplément n° 46 (A/51/46)*; *ibid., cinquante-cinquième session, Supplément n° 46 (A/55/46)*. Ces documents sont mentionnés comme rapports de 1958, de 1962, de 1964, de 1966, de 1969, de 1972, de 1977, de 1982, de 1986, de 1988, de 1993, de 1994, de 1996 et de 2000, respectivement. Le rapport de 1972 a également été publié avec ses annexes scientifiques sous le titre: *Les rayonnements ionisants: niveaux et effets, volume I: niveaux et volumes, et volume II: effets* (publication des Nations Unies, numéro de vente: F.72.IX.17 et 18). Le rapport de 1977, avec ses annexes scientifiques, a été publié sous le titre: *Sources et effets biologiques* (publication des Nations Unies, numéro de vente: F.77.IX.1). Le rapport de 1982, avec ses annexes scientifiques, a été publié sous le titre: *Rayonnements ionisants: sources et effets biologiques* (publication des Nations Unies, numéro de vente: F.82.IX.8). Le rapport de 1986, avec ses annexes scientifiques, a été publié sous le titre: *Genetic and Somatic Effects of Ionizing Radiation* (publication des Nations Unies, numéro de vente: E.86.IX.9). Le rapport de 1988, avec ses annexes scientifiques, a été publié sous le titre: *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation* (publication des Nations Unies, numéro de vente: E.88.IX.7). Les rapports de 1993, de 1994 et de 1996 avec leurs annexes scientifiques ont été publiés sous le titre: *Sources and Effects of Ionizing radiation* (publication des Nations Unies, numéros de vente E.94.IX.2, E.94.IX.11 et E.96.IX.3, respectivement). Le rapport de 2000, avec ses annexes scientifiques, a été publié sous le titre: *Sources and Effects of Ionizing Radiation, volume I: Sources and volume II: Effects* (publication des Nations Unies, numéro de vente: E.00.IX.3 et 4). Le rapport de 2001, avec son annexe scientifique, a été publié sous le titre: *Hereditary Effects of Radiation* (publication des Nations Unies, numéro de vente: E.01.IX.2).

⁷ Équivalent de concentration à l'équilibre exprimé en unités du Système international. La plupart des mesures passées et actuelles de l'exposition au radon sont exprimées en WLM (working level month-niveau opérationnel/mois). Un WLM équivaut à 0,637 MBq/m³.

Appendice I

Liste des membres des délégations nationales aux cinquantième à cinquante-quatrième sessions du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants

Allemagne	C. Streffer (Representative), P. Jacob, A. Kellerer, J. Kiefer, G. Kirchner, W. Köhnlein, W. U. Müller, W. Weiss (Representative)
Argentine	A. J. González (Representative), D. Beninson (Representative), P. Gisone (Representative), M. del Rosario Pérez
Australie	P. A. Burns (Representative), S. Solomon, P. Thomas
Belgique	J. R. Maisin (Representative), H. Bosmans, A. Debauche, H. Engels, J. Lembrechts, P. Smeesters, J. M. Van Dam, H. Vanmarcke, A. Wambersie, H. Bijwaard, R. O. Blauboer, M. J. Brugmans
Brésil	D. R. Melo (Representative), J. L. Lipsztein (Representative), E. R. Rochedo
Canada	N. E. Gentner (Representative), R. P. Bradley, K. Bundy, D. B. Chambers, R. M. Chatterjee (Representative), R. J. Cornett, R. Lane, C. Lavoie, S. Vlahovich (Representative), D. Whillans
Chine	Pan Z. (Representative), He Q., Hou P., Jia J., Li K., Li J., Liu S., Liu Q., Pan S., Shang B., Shi J., Su X., Sun J., Sun Q., Xiu B., Xuan Y., Yang G., Yang H., Yang X., Yu J.
Égypte	M.A.M. Goma (Representative), A. M. El-Naggar (Representative)
États-Unis d'Amérique	F. A. Mettler Jr. (Representative), L. R. Anspaugh, B. G. Bennett, J. D. Boice Jr., N. H. Harley, E. V. Holahan Jr., C. B. Meinhold, R. J. Preston, H. Royal, P. B. Selby, A. G. Sowder
Fédération de Russie	L. A. Ilyin (Representative), R. M. Alexakhin, N. P. Garnyk, A. K. Guskova (Representative), V. K. Ivanov, I. I. Kryshev, B. K. Lobach, O. A. Pavlovsky, T. S. Povetnikova, M. N. Savkin, V. A. Shevchenko
France	A. Flüry-Hérard (Representative), E. Ansoborlo, A. Aurengo, D. Averbeck, M. Bourguignon, J. F. Lacronique (Representative), J. Lallemand, J. J. Leguay, C. Luccioni, R. Maximilien, A. Rannou, M. Tirmarche
Inde	K. B. Sainis (Representative)
Indonésie	Z. Alatas (Representative), K. Wiharto (Representative)
Japon	Y. Sasaki (Representative), T. Asano, M. Doi, A. Iwama, K. Kodama, H. Kuniyoshi, T. Maeyama, M. Nakano, Y. Nakayama, O. Niwa, M. Sasaki, K. Sato, H. Tatsuzaki, S. Yoshinaga, M. Yoshizawa
Mexique	H. Maldonado (Representative)

Pérou	L. V. Pinillos Ashton (Representative)
Pologne	Z. Jaworowski (Representative), L. Dobrzyński, M. Janiak, M. Waligórski
Royaume Uni de Grande Bretagne et d'Irlande du Nord	R. Cox (Representative), S. Bouffler, R. H. Clarke (Representative), G. M. Kendall, T. McMillan, C. Muirhead, P. Shrimpton, J. W. Stather
Slovaquie	E. Bedi (Representative), P. Gaál, V. Klener, L. Tomasek, D. Viktory (Representative)
Soudan	K.E.H. Mohamed (Representative)
Suède	L. E. Holm (Representative), L. Moberg

Secrétariat du Comité

N.E. Gentner

M.J. Crick

Appendice II

Personnel scientifique et consultants ayant contribué à l'établissement du rapport pour 2006 du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants

M. Bourguignon

D.B. Chambers

P. Gisone

M. Little

K. Mabuchi

W.F. Morgan

M. del Rosario Pérez

R. Shore
